

Per i quesiti riportati in questa pagina devi fare riferimento ad un'asta con sezione IPE 240 (qui a fianco indicata). Le sue caratteristiche sono:

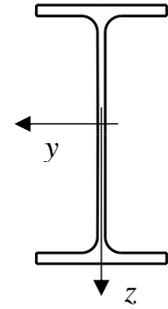
$$b = 120 \text{ mm}, h = 240 \text{ mm}, t_f = 9.8 \text{ mm}, t_w = 6.2 \text{ mm}, r = 15 \text{ mm}.$$

$$A = 3910 \text{ mm}^2, A_{v,z} = 1913 \text{ mm}^2.$$

$$I_y = 38920000 \text{ mm}^4, W_{el,y} = 324300 \text{ mm}^3, W_{pl,y} = 366600 \text{ mm}^3, i_y = 99.7 \text{ mm}.$$

$$I_z = 2836000 \text{ mm}^4, W_{el,z} = 47270 \text{ mm}^3, W_{pl,z} = 73920 \text{ mm}^3, i_z = 26.9 \text{ mm}.$$

Il profilo è di acciaio S275 ed è di classe 1. L'asta è lunga 3000 mm ed è vincolata con cerniere ad entrambe le estremità.



Nota: Per le domande di questa pagina, il valore esatto è uno tra quelli indicati. Se ci riesci, prova a stimarlo a occhio (o con calcoli rapidi) in modo da risparmiare tempo. Quindi se i tuoi calcoli danno un valore simile ad uno indicato seleziona quello.

Indica quanto valgono le resistenze del profilo.

- (1) Resistenza a trazione $N_{pl,Rd}$ (punti -1/+3)
 1 289 kN 2 501 kN 3 591 kN 4 1024 kN 5 1388 kN
- (2) Resistenza a flessione nel piano di maggior resistenza $M_{pl,Rd,y}$ (punti -1/+3)
 1 19.4 kNm 2 55.4 kNm 3 96.0 kNm 4 128.3 kNm 5 141.2 kNm
- (3) Resistenza a flessione nel piano di minor resistenza $M_{pl,Rd,z}$ (punti -1/+3)
 1 11.2 kNm 2 19.4 kNm 3 55.4 kNm 4 96.0 kNm 5 128.3 kNm

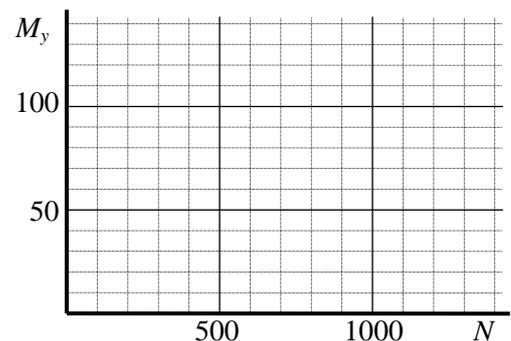
Se l'asta è compressa si instabilizzerà nel piano di maggiore snellezza. Indica quanto vale la snellezza adimensionalizzata e la resistenza a compressione.

- (4) Snellezza adimensionalizzata $\bar{\lambda}_z$ (punti -1/+3)
 1 0.350 2 0.524 3 0.896 4 1.297 5 1.831
- (5) Resistenza a compressione $N_{b,Rd} = N_{b,Rd,z}$ (punti -1/+3)
 1 115 kN 2 213 kN 3 439 kN 4 766 kN 5 989 kN

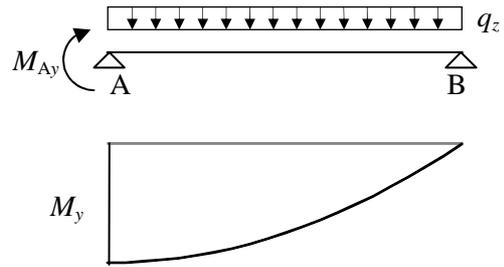
Immagina che l'asta, compressa, si possa instabilizzare solo nel piano di minore snellezza. Indica quanto vale in questo caso la snellezza adimensionalizzata e la resistenza a compressione.

- (6) Snellezza adimensionalizzata $\bar{\lambda}_y$ (punti -1/+3)
 1 0.272 2 0.350 3 0.524 4 0.896 5 1.297
- (7) Resistenza a compressione $N_{b,Rd,y}$ (punti -1/+3)
 1 115 kN 2 213 kN 3 439 kN 4 766 kN 5 989 kN

- (8) Coerentemente con i valori sopra calcolati e tenendo conto delle indicazioni di normativa, disegna qui a fianco (in scala) il dominio resistente a tensoflessione, con flessione nel piano di maggior resistenza (M_y). (punti 0/+4)



Fai ancora riferimento all'asta mostrata nel primo foglio, lunga 3.00 m. Immagina che sia soggetta a un carico $q_z = 40$ kN/m e ad una coppia $M_{Ay} = 180$ kNm, mentre all'altro estremo è $M_{By} = 0$.



Il diagramma del momento flettente è mostrato a fianco.

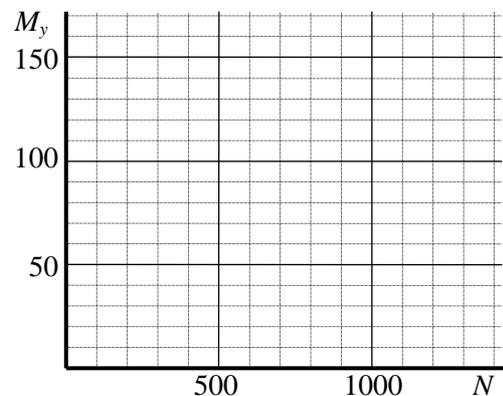
Considera l'asta soggetta a pressoflessione e tienine conto con il **metodo B** della normativa.

- (9) Quanto vale il coefficiente α_m che individua il momento equivalente per la verifica di stabilità a pressoflessione? (punti 0/+4)

Nota: Il valore esatto è uno tra quelli indicati e può essere stimato a occhio, facendo un confronto con casi semplici. Se il tuo "occhio" non basta a trovarlo ed effettui il calcolo e trovi un valore simile ma non identico ad uno indicato, seleziona quello più vicino.

- 1 0.20 2 0.40 3 0.60 4 0.80 5 1.00

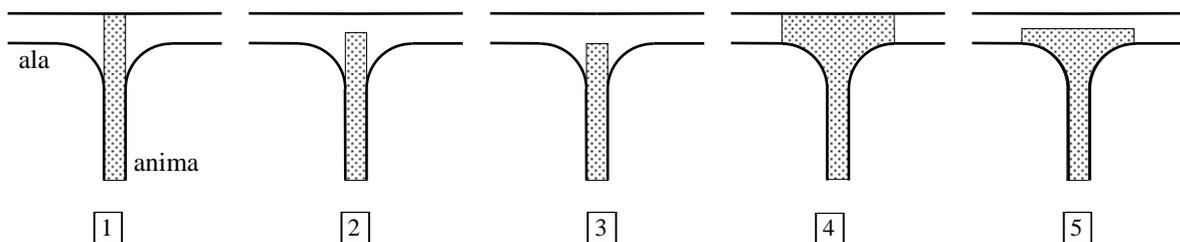
- (10) Disegna di nuovo il dominio resistente M_y-N senza instabilità (del quesito 8) e disegna, sovrapposto a quello, il dominio che ottieni tenendo conto dell'instabilità col valore di α_m trovato. Evidenzia sulla figura tutti i simboli che possono essere utili per farmi capire il criterio con cui hai tracciato il nuovo dominio. (punti 0/+6)



Nota: Il mio giudizio sarà basato sulla coerenza con i valori determinati nei quesiti da 1 a 9, anche se questi sono errati.

- (11) Nel calcolare l'area a taglio $A_{v,z}$, a quale area si fa riferimento? (punti -1/+4)

Nota: Indico solo la zona in cui l'anima si collega all'ala. Il retino indica l'area $A_{v,z}$.



Anche per i prossimi due quesiti fai riferimento alla sezione mostrata nel foglio precedente ed ai valori lì riportati.

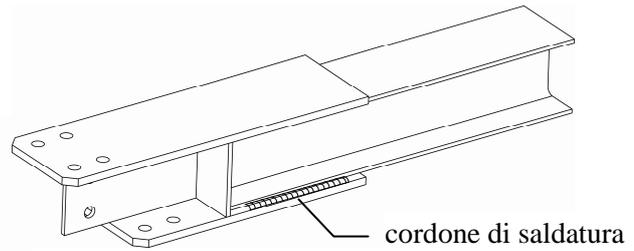
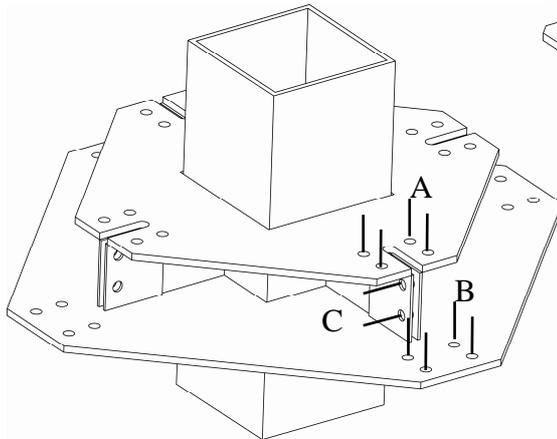
- (12) Quanto vale la resistenza a taglio per azioni applicate nella direzione verticale $V_{pl,Rd,z}$ (in assenza di momento flettente)? (punti -1/+4)

- 1 289 kN 2 501 kN 3 591 kN 4 1024 kN 5 1388 kN

- (13) Se la trave è soggetta a un taglio $V_{Ed,z} = 220$ kN e ad un momento flettente nel piano di maggior resistenza $M_{Ed,y}$, quanto vale la resistenza a flessione $M_{V,Rd,y}$? (punti -1/+4)

- 1 57.4 kNm 2 85.5 kNm 3 96.0 kNm 4 112.4 kNm 5 128.9 kNm

Nodo brevetto Carannante



Trave: IPE 240 – Acciaio S275
(vedi foglio 1 per i dati)

Piatti di spessore $t = 12$ mm
Acciaio S275

Bulloni di classe 8.8 filettati solo all'estremità

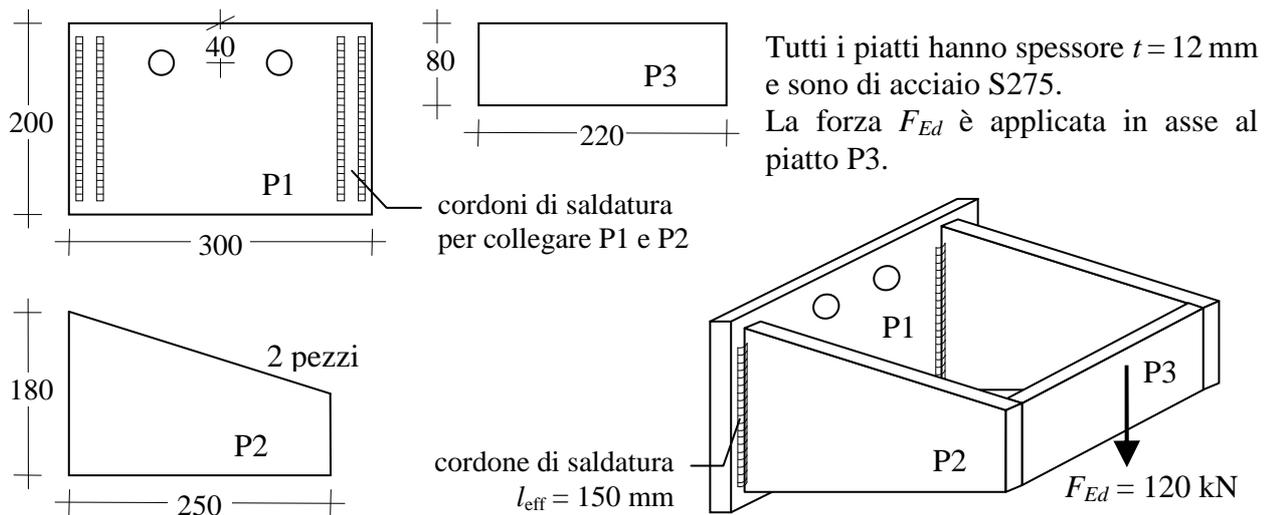
La figura mostra un collegamento brevettato tra trave e colonna. Alla trave vengono saldati dei piatti, che successivamente vengono bullonati al nodo (4 bulloni in posizione A, 4 in posizione B, 2 in posizione C). Si ipotizzi che i bulloni A e B portino il momento flettente, i bulloni C il taglio. Il collegamento deve essere progettato per trasmettere le caratteristiche di sollecitazione: $M_{Ed,y} = -120$ kNm, $V_{Ed,z} = 100$ kN.

Come lavorano i bulloni?

- (14) Bulloni A (punti -1/+2) 1 a trazione 2 a taglio 3 a compressione
- (15) Bulloni B (punti -1/+2) 1 a trazione 2 a taglio 3 a compressione
- (16) Bulloni C (punti -1/+2) 1 a trazione 2 a taglio 3 a compressione
- (17) Con riferimento ai bulloni A, qual è l'area totale (cioè complessiva per tutti le sezioni di tutti i bulloni) necessaria per portare il momento flettente $M_{Ed,y}$? (punti -1/+4)
 1 648 mm² 2 813 mm² 3 992 mm² 4 1130 mm² 5 1302 mm²
- (18) Quali bulloni userai, di conseguenza? (punti 0/+3)
 1 M16 2 M18 3 M20 4 M22 5 M24
- (19) Nel verificare a rifollamento il piatto per la flessione puoi assumere $k=2.5$. Qual è il valore minimo di α necessario perché la verifica sia soddisfatta? (punti -1/+4)
 1 0.44 2 0.55 3 0.63 4 0.72 5 0.84
- (20) Che valore assegni, di conseguenza, alla distanza e_1 di bulloni dal bordo? (punti 0/+3)
 1 25 mm 2 30 mm 3 35 mm 4 40 mm 5 50 mm
- (21) Che diametro assegni ai bulloni C? (punti -1/+4)
 1 M12 2 M14 3 M16 4 M18 5 M20

Ciascuna ala della trave è saldata al piatto (che poi verrà bullonato) mediante due cordoni d'angolo (uno è mostrato in figura) che hanno altezza di gola $a = 6$ mm.

- (22) Che lunghezza l deve avere il cordone di saldatura (immaginando che le estremità siano realizzate perfettamente)? (punti -1/+4)
 1 90 mm 2 140 mm 3 180 mm 4 240 mm 5 360 mm



Nella figura è mostrato un elemento metallico formato saldando quattro piatti (P1, 2 P2, P3). Il piatto P1 è collegato ad una colonna in acciaio mediante due bulloni (si vedono i fori nel piatto P1).

Devi progettare le saldature tra piatto P1 e piatto P2. La lunghezza l di ciascun cordone di saldatura, al netto di eventuali parti di estremità mal fatte è assegnata (vedi figura).

Indica innanzitutto le caratteristiche di sollecitazione portate da **ciascun cordone** di saldatura.

(23) Taglio V (punti -1/+3)

- 1 niente 2 15 kN 3 30 kN 4 60 kN 5 120 kN

(24) Momento flettente M (punti -1/+3)

- 1 niente 2 7.5 kNm 3 15 kNm 4 30 kNm 5 60 kNm

(25) Come determini l'altezza di gola necessaria (usa il dominio di resistenza sferico)? (punti 0/+5)

Riporta sinteticamente tutti i disegni e passaggi che possono essere utili per giudicare.

(26) Che valore usi per a (indica il minimo necessario) (punti -1/+3)

- 1 4 mm 2 5 mm 3 6 mm 4 7 mm 5 8 mm

(27) Devi poi progettare la bullonatura tra piatto P1 e colonna. Considera bulloni di classe 8.8 con filettatura solo all'estremità. Che bulloni usi? (punti 0/+3)

- 1 M16 2 M18 3 M20 4 M22 5 M24

(28) Con riferimento a un singolo bullone, indica quanto valgono le forze sollecitanti e resistenti? (in totale punti 0/+8, ovvero 0/+2 punti per ciascuna risposta esatta)

$F_{v,Ed} =$ _____ kN

$F_{t,Ed} =$ _____ kN

$F_{v,Rd} =$ _____ kN

$F_{t,Rd} =$ _____ kN

Per i quesiti riportati in questa pagina devi fare riferimento ad un'asta con sezione IPE 220 (qui a fianco indicata). Le sue caratteristiche sono:

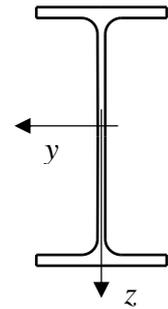
$$b = 110 \text{ mm}, h = 220 \text{ mm}, t_f = 9.2 \text{ mm}, t_w = 5.9 \text{ mm}, r = 12 \text{ mm}.$$

$$A = 3340 \text{ mm}^2, A_{v,z} = 1591 \text{ mm}^2.$$

$$I_y = 27720000 \text{ mm}^4, W_{el,y} = 252000 \text{ mm}^3, W_{pl,y} = 285400 \text{ mm}^3, i_y = 91.1 \text{ mm}.$$

$$I_z = 2049000 \text{ mm}^4, W_{el,z} = 37250 \text{ mm}^3, W_{pl,z} = 58110 \text{ mm}^3, i_z = 24.8 \text{ mm}.$$

Il profilo è di acciaio S355 ed è di classe 1. L'asta è lunga 2000 mm ed è vincolata con cerniere ad entrambe le estremità.



Nota: Per le domande di questa pagina, il valore esatto è uno tra quelli indicati. Se ci riesci, prova a stimarlo a occhio (o con calcoli rapidi) in modo da risparmiare tempo. Quindi se i tuoi calcoli danno un valore simile ad uno indicato seleziona quello.

Indica quanto valgono le resistenze del profilo.

- (1) Resistenza a trazione $N_{pl,Rd}$ (punti -1/+3)
 1 309 kN 2 714 kN 3 1129 kN 4 1267 kN 5 1415 kN
- (2) Resistenza a flessione nel piano di maggior resistenza $M_{pl,Rd,y}$ (punti -1/+3)
 1 19.7 kNm 2 48.1 kNm 3 74.2 kNm 4 96.5 kNm 5 127.9 kNm
- (3) Resistenza a flessione nel piano di minor resistenza $M_{pl,Rd,z}$ (punti -1/+3)
 1 10.4 kNm 2 19.7 kNm 3 48.1 kNm 4 74.2 kNm 5 96.5 kNm

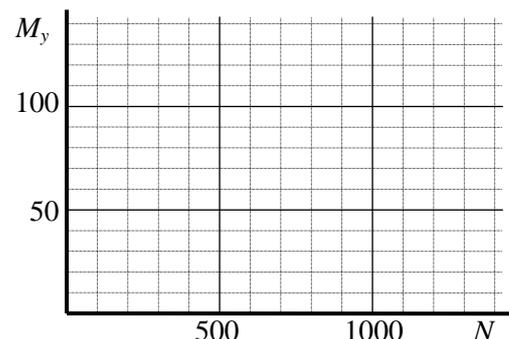
Se l'asta è compressa si instabilizzerà nel piano di maggiore snellezza. Indica quanto vale la snellezza adimensionalizzata e la resistenza a compressione.

- (4) Snellezza adimensionalizzata $\bar{\lambda}_z$ (punti -1/+3)
 1 0.127 2 0.290 3 0.631 4 1.066 5 1.415
- (5) Resistenza a compressione $N_{b,Rd} = N_{b,Rd,z}$ (punti -1/+3)
 1 311 kN 2 628 kN 3 845 kN 4 1010 kN 5 1106 kN

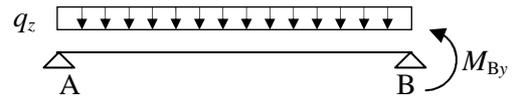
Immagina che l'asta, compressa, si possa instabilizzare solo nel piano di minore snellezza. Indica quanto vale in questo caso la snellezza adimensionalizzata e la resistenza a compressione.

- (6) Snellezza adimensionalizzata $\bar{\lambda}_y$ (punti -1/+3)
 1 0.127 2 0.290 3 0.631 4 1.066 5 1.415
- (7) Resistenza a compressione $N_{b,Rd,y}$ (punti -1/+3)
 1 311 kN 2 628 kN 3 845 kN 4 1010 kN 5 1106 kN

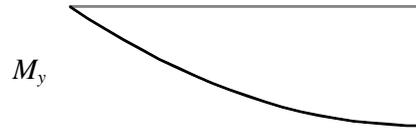
- (8) Coerentemente con i valori sopra calcolati e tenendo conto delle indicazioni di normativa, disegna qui a fianco (in scala) il dominio resistente a tensoflessione, con flessione nel piano di maggior resistenza (M_y). (punti 0/+4)



Fai ancora riferimento all'asta mostrata nel primo foglio, lunga 2.00 m. Immagina che sia soggetta a un carico $q_z = 40$ kN/m e ad una coppia $M_{By} = 80$ kNm, mentre all'altro estremo è $M_{Ay} = 0$.



Il diagramma del momento flettente è mostrato a fianco.



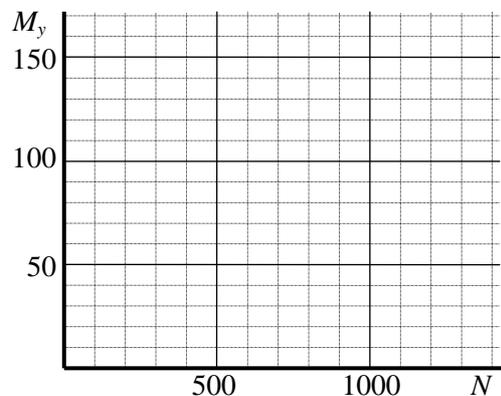
Considera l'asta soggetta a pressoflessione e tienine conto con il **metodo B** della normativa.

- (9) Quanto vale il coefficiente α_m che individua il momento equivalente per la verifica di stabilità a pressoflessione? (punti 0/+4)

Nota: Il valore esatto è uno tra quelli indicati e può essere stimato a occhio, facendo un confronto con casi semplici. Se il tuo "occhio" non basta a trovarlo ed effettui il calcolo e trovi un valore simile ma non identico ad uno indicato, seleziona quello più vicino.

- 1 0.20 2 0.40 3 0.60 4 0.80 5 1.00

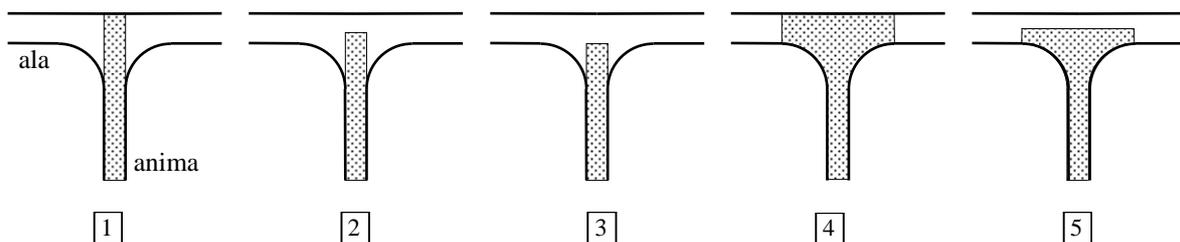
- (10) Disegna di nuovo il dominio resistente M_y-N senza instabilità (del quesito 8) e disegna, sovrapposto a quello, il dominio che ottieni tenendo conto dell'instabilità col valore di α_m trovato. Evidenzia sulla figura tutti i simboli che possono essere utili per farmi capire il criterio con cui hai tracciato il nuovo dominio. (punti 0/+6)



Nota: Il mio giudizio sarà basato sulla coerenza con i valori determinati nei quesiti da 1 a 9, anche se questi sono errati.

- (11) Nel calcolare l'area a taglio $A_{v,z}$, a quale area si fa riferimento? (punti -1/+4)

Nota: Indico solo la zona in cui l'anima si collega all'ala. Il retino indica l'area $A_{v,z}$.



Anche per i prossimi due quesiti fai riferimento alla sezione mostrata nel foglio precedente ed ai valori lì riportati.

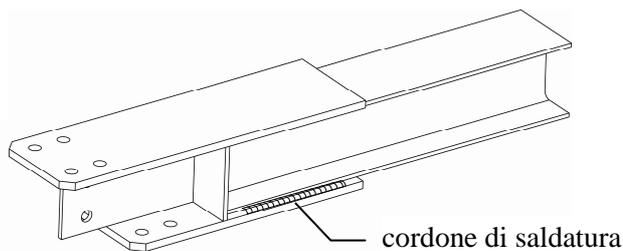
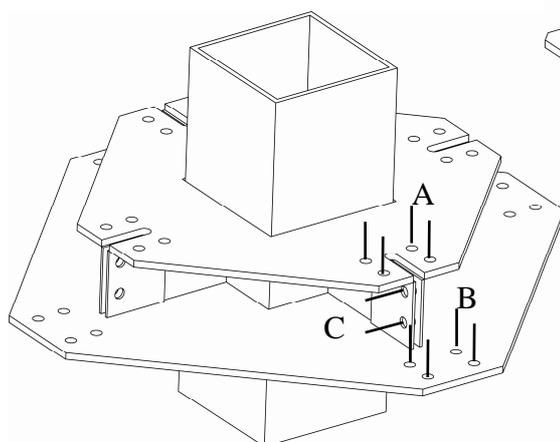
- (12) Quanto vale la resistenza a taglio per azioni applicate nella direzione verticale $V_{pl,Rd,z}$ (in assenza di momento flettente)? (punti -1/+4)

- 1 311 kN 2 628 kN 3 845 kN 4 1010 kN 5 1106 kN

- (13) Se la trave è soggetta a un taglio $V_{Ed,z} = 260$ kN e ad un momento flettente nel piano di maggior resistenza $M_{Ed,y}$, quanto vale la resistenza a flessione $M_{V,Rd,y}$? (punti -1/+4)

- 1 60.2 kNm 2 73.4 kNm 3 80.0 kNm 4 96.5 kNm 5 121.1 kNm

Nodo brevetto Carannante



Trave: IPE 220 – Acciaio S355
(vedi foglio 1 per i dati)

Piatti di spessore $t = 15$ mm
Acciaio S355

Bulloni di classe 8.8 filettati solo all'estremità

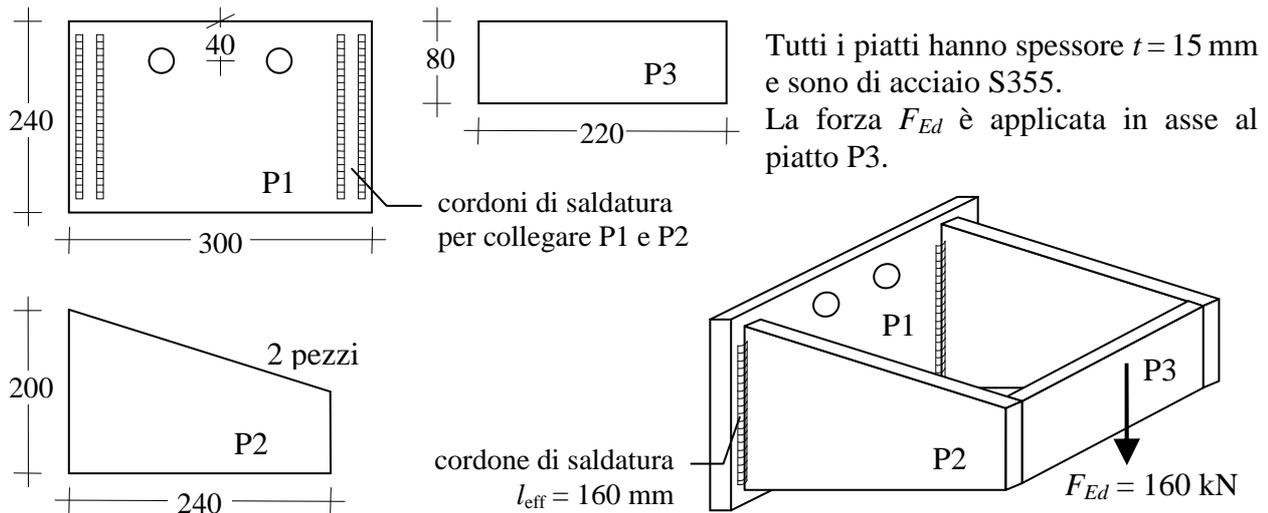
La figura mostra un collegamento brevettato tra trave e colonna. Alla trave vengono saldati dei piatti, che successivamente vengono bullonati al nodo (4 bulloni in posizione A, 4 in posizione B, 2 in posizione C). Si ipotizzi che i bulloni A e B portino il momento flettente, i bulloni C il taglio. Il collegamento deve essere progettato per trasmettere le caratteristiche di sollecitazione: $M_{Ed,y} = -124$ kNm, $V_{Ed,z} = 100$ kN.

Come lavorano i bulloni?

- (14) Bulloni A (punti -1/+2) 1 a trazione 2 a taglio 3 a compressione
- (15) Bulloni B (punti -1/+2) 1 a trazione 2 a taglio 3 a compressione
- (16) Bulloni C (punti -1/+2) 1 a trazione 2 a taglio 3 a compressione
- (17) Con riferimento ai bulloni A, qual è l'**area totale** (cioè complessiva per tutti le sezioni di tutti i bulloni) necessaria per portare il momento flettente $M_{Ed,y}$? (punti -1/+4)
 1 699 mm² 2 851 mm² 3 1025 mm² 4 1468 mm² 5 1813 mm²
- (18) Quali bulloni userai, di conseguenza? (punti 0/+3)
 1 M16 2 M18 3 M20 4 M22 5 M24
- (19) Nel verificare a rifollamento il piatto per la flessione puoi assumere $k=2.5$. Qual è il valore minimo di α necessario perché la verifica sia soddisfatta? (punti -1/+4)
 1 0.42 2 0.51 3 0.62 4 0.73 5 0.89
- (20) Che valore assegni, di conseguenza, alla distanza e_1 di bulloni dal bordo? (punti 0/+3)
 1 25 mm 2 30 mm 3 35 mm 4 40 mm 5 50 mm
- (21) Che diametro assegni ai bulloni C? (punti -1/+4)
 1 M12 2 M14 3 M16 4 M18 5 M20

Ciascuna ala della trave è saldata al piatto (che poi verrà bullonato) mediante due cordoni d'angolo (uno è mostrato in figura) che hanno altezza di gola $a = 6$ mm.

- (22) Che lunghezza l deve avere il cordone di saldatura (immaginando che le estremità siano realizzate perfettamente)? (punti -1/+4)
 1 140 mm 2 180 mm 3 230 mm 4 280 mm 5 360 mm



Nella figura è mostrato un elemento metallico formato saldando quattro piatti (P1, 2 P2, P3). Il piatto P1 è collegato ad una colonna in acciaio mediante due bulloni (si vedono i fori nel piatto P1).

Devi progettare le saldature tra piatto P1 e piatto P2. La lunghezza l di ciascun cordone di saldatura, al netto di eventuali parti di estremità mal fatte è assegnata (vedi figura).

Indica innanzitutto le caratteristiche di sollecitazione portate da **ciascun cordone** di saldatura.

(23) Taglio V (punti -1/+3)

- 1 niente 2 20 kN 3 40 kN 4 80 kN 5 160 kN

(24) Momento flettente M (punti -1/+3)

- 1 niente 2 4.8 kNm 3 9.6 kNm 4 19.2 kNm 5 38.4 kNm

(25) Come determini l'altezza di gola necessaria (usa il dominio di resistenza sferico)? (punti 0/+5)

Riporta sinteticamente tutti i disegni e passaggi che possono essere utili per giudicare.

(26) Che valore usi per a (indica il minimo necessario) (punti -1/+3)

- 1 4 mm 2 5 mm 3 6 mm 4 7 mm 5 8 mm

(27) Devi poi progettare la bullonatura tra piatto P1 e colonna. Considera bulloni di classe 8.8 con filettatura solo all'estremità. Che bulloni usi? (punti 0/+3)

- 1 M16 2 M18 3 M20 4 M22 5 M24

(28) Con riferimento a un singolo bullone, indica quanto valgono le forze sollecitanti e resistenti? (in totale punti 0/+8, ovvero 0/+2 punti per ciascuna risposta esatta)

$F_{v,Ed} =$ _____ kN

$F_{t,Ed} =$ _____ kN

$F_{v,Rd} =$ _____ kN

$F_{t,Rd} =$ _____ kN

Per i quesiti riportati in questa pagina devi fare riferimento ad un'asta con sezione IPE 270 (qui a fianco indicata). Le sue caratteristiche sono:

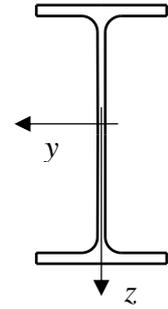
$$b = 135 \text{ mm}, h = 270 \text{ mm}, t_f = 10.2 \text{ mm}, t_w = 6.6 \text{ mm}, r = 15 \text{ mm}.$$

$$A = 4590 \text{ mm}^2, A_{v,z} = 2209 \text{ mm}^2.$$

$$I_y = 57900000 \text{ mm}^4, W_{el,y} = 428900 \text{ mm}^3, W_{pl,y} = 484000 \text{ mm}^3, i_y = 112.3 \text{ mm}.$$

$$I_z = 4299000 \text{ mm}^4, W_{el,z} = 62200 \text{ mm}^3, W_{pl,z} = 96950 \text{ mm}^3, i_z = 30.2 \text{ mm}.$$

Il profilo è di acciaio S235 ed è di classe 1. L'asta è lunga 3200 mm ed è vincolata con cerniere ad entrambe le estremità.



Nota: Per le domande di questa pagina, il valore esatto è uno tra quelli indicati. Se ci riesci, prova a stimarlo a occhio (o con calcoli rapidi) in modo da risparmiare tempo. Quindi se i tuoi calcoli danno un valore simile ad uno indicato seleziona quello.

Indica quanto valgono le resistenze del profilo.

- (1) Resistenza a trazione $N_{pl,Rd}$ (punti -1/+3)
 1 1367 kN 2 1027 kN 3 841 kN 4 494 kN 5 285 kN
- (2) Resistenza a flessione nel piano di maggior resistenza $M_{pl,Rd,y}$ (punti -1/+3)
 1 129.4 kNm 2 108.3 kNm 3 89.1 kNm 4 77.0 kNm 5 44.3 kNm
- (3) Resistenza a flessione nel piano di minor resistenza $M_{pl,Rd,z}$ (punti -1/+3)
 1 108.3 kNm 2 89.1 kNm 3 77.0 kNm 4 44.3 kNm 5 21.7 kNm

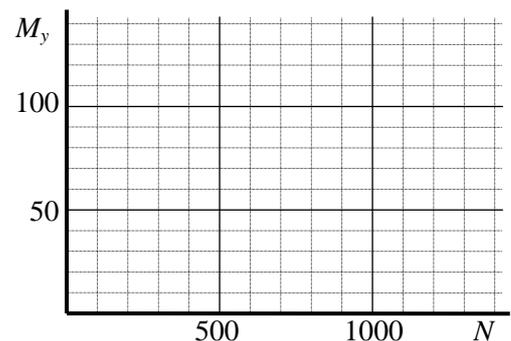
Se l'asta è compressa si instabilizzerà nel piano di maggiore snellezza. Indica quanto vale la snellezza adimensionalizzata e la resistenza a compressione.

- (4) Snellezza adimensionalizzata $\bar{\lambda}_z$ (punti -1/+3)
 1 1.891 2 1.139 3 0.681 4 0.512 5 0.433
- (5) Resistenza a compressione $N_{b,Rd} = N_{b,Rd,z}$ (punti -1/+3)
 1 1003 kN 2 754 kN 3 526 kN 4 285 kN 5 211 kN

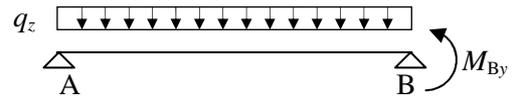
Immagina che l'asta, compressa, si possa instabilizzare solo nel piano di minore snellezza. Indica quanto vale in questo caso la snellezza adimensionalizzata e la resistenza a compressione.

- (6) Snellezza adimensionalizzata $\bar{\lambda}_y$ (punti -1/+3)
 1 1.139 2 0.681 3 0.512 4 0.433 5 0.306
- (7) Resistenza a compressione $N_{b,Rd,y}$ (punti -1/+3)
 1 1003 kN 2 754 kN 3 526 kN 4 285 kN 5 211 kN

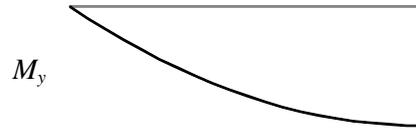
- (8) Coerentemente con i valori sopra calcolati e tenendo conto delle indicazioni di normativa, disegna qui a fianco (in scala) il dominio resistente a tensoflessione, con flessione nel piano di maggior resistenza (M_y). (punti 0/+4)



Fai ancora riferimento all'asta mostrata nel primo foglio, lunga 3.20 m. Immagina che sia soggetta a un carico $q_z = 39 \text{ kN/m}$ e ad una coppia $M_{By} = 200 \text{ kNm}$, mentre all'altro estremo è $M_{Ay} = 0$.



Il diagramma del momento flettente è mostrato a fianco.



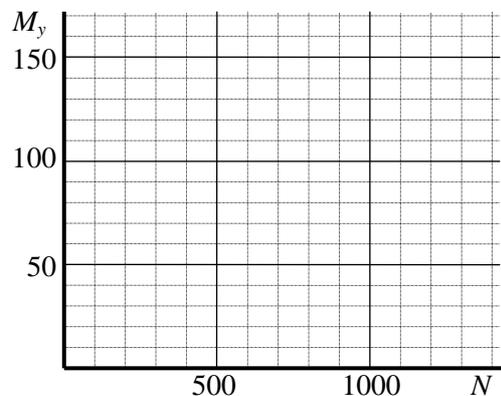
Considera l'asta soggetta a pressoflessione e tienine conto con il **metodo B** della normativa.

- (9) Quanto vale il coefficiente α_m che individua il momento equivalente per la verifica di stabilità a pressoflessione? (punti 0/+4)

Nota: Il valore esatto è uno tra quelli indicati e può essere stimato a occhio, facendo un confronto con casi semplici. Se il tuo "occhio" non basta a trovarlo ed effettui il calcolo e trovi un valore simile ma non identico ad uno indicato, seleziona quello più vicino.

- 1 1.00 2 0.80 3 0.60 4 0.40 5 0.20

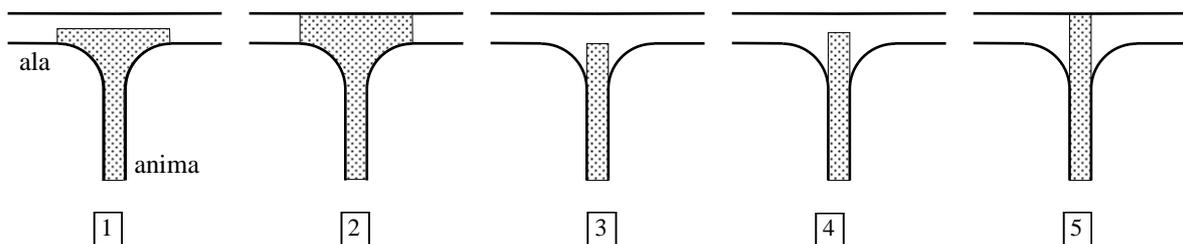
- (10) Disegna di nuovo il dominio resistente M_y-N senza instabilità (del quesito 8) e disegna, sovrapposto a quello, il dominio che ottieni tenendo conto dell'instabilità col valore di α_m trovato. Evidenzia sulla figura tutti i simboli che possono essere utili per farmi capire il criterio con cui hai tracciato il nuovo dominio. (punti 0/+6)



Nota: Il mio giudizio sarà basato sulla coerenza con i valori determinati nei quesiti da 1 a 9, anche se questi sono errati.

- (11) Nel calcolare l'area a taglio $A_{v,z}$, a quale area si fa riferimento? (punti -1/+4)

Nota: Indico solo la zona in cui l'anima si collega all'ala. Il retino indica l'area $A_{v,z}$.



Anche per i prossimi due quesiti fai riferimento alla sezione mostrata nel foglio precedente ed ai valori lì riportati.

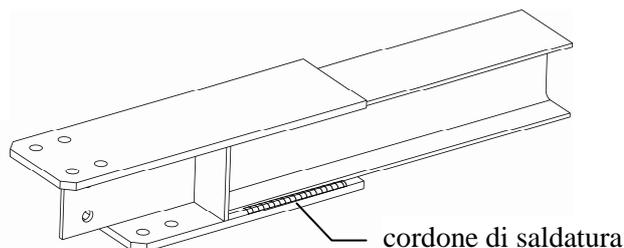
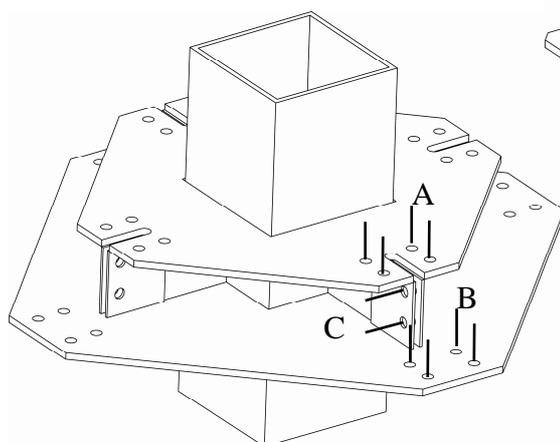
- (12) Quanto vale la resistenza a taglio per azioni applicate nella direzione verticale $V_{pl,Rd,z}$ (in assenza di momento flettente)? (punti -1/+4)

- 1 1003 kN 2 754 kN 3 526 kN 4 285 kN 5 211 kN

- (13) Se la trave è soggetta a un taglio $V_{Ed,z} = 240 \text{ kN}$ e ad un momento flettente nel piano di maggior resistenza $M_{Ed,y}$, quanto vale la resistenza a flessione $M_{V,Rd,y}$? (punti -1/+4)

- 1 113.1 kNm 2 97.3 kNm 3 89.1 kNm 4 67.0 kNm 5 34.8 kNm

Nodo brevetto Carannante



Trave: IPE 270 – Acciaio S235
(vedi foglio 1 per i dati)

Piatti di spessore $t = 11$ mm
Acciaio S235

Bulloni di classe 8.8 filettati solo
all'estremità

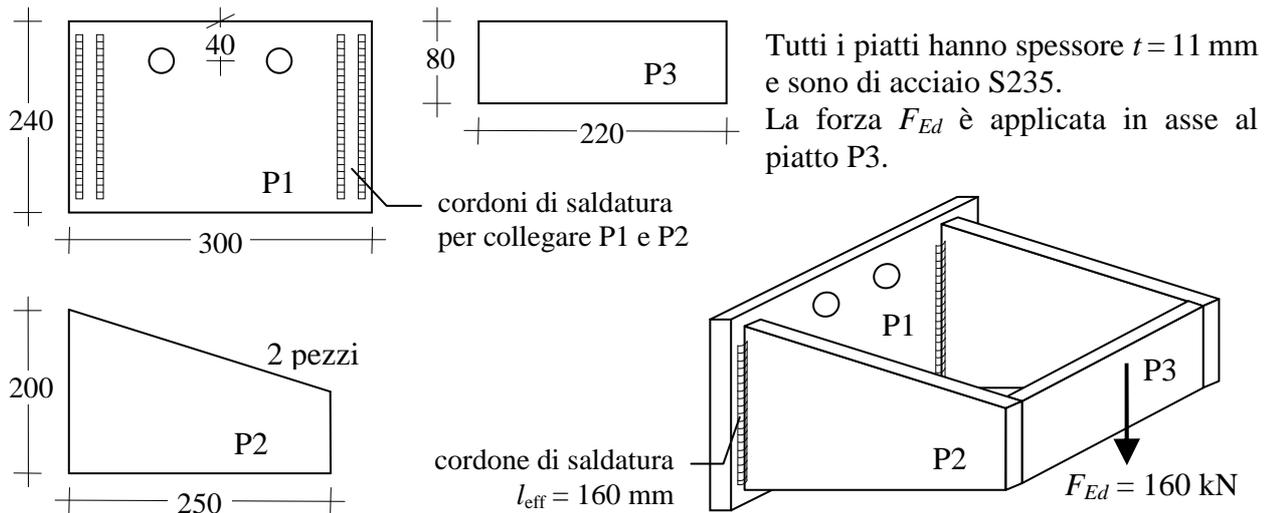
La figura mostra un collegamento brevettato tra trave e colonna. Alla trave vengono saldati dei piatti, che successivamente vengono bullonati al nodo (4 bulloni in posizione A, 4 in posizione B, 2 in posizione C). Si ipotizzi che i bulloni A e B portino il momento flettente, i bulloni C il taglio. Il collegamento deve essere progettato per trasmettere le caratteristiche di sollecitazione: $M_{Ed,y} = -125$ kNm, $V_{Ed,z} = 100$ kN.

Come lavorano i bulloni?

- (14) Bulloni A (punti -1/+2) 1 a trazione 2 a taglio 3 a compressione
- (15) Bulloni B (punti -1/+2) 1 a trazione 2 a taglio 3 a compressione
- (16) Bulloni C (punti -1/+2) 1 a trazione 2 a taglio 3 a compressione
- (17) Con riferimento ai bulloni A, qual è l'area totale (cioè complessiva per tutti le sezioni di tutti i bulloni) necessaria per portare il momento flettente $M_{Ed,y}$? (punti -1/+4)
 1 1476 mm² 2 1206 mm² 3 924 mm² 4 712 mm² 5 597 mm²
- (18) Quali bulloni userai, di conseguenza? (punti 0/+3)
 1 M24 2 M22 3 M20 4 M18 5 M16
- (19) Nel verificare a rifollamento il piatto per la flessione puoi assumere $k=2.5$. Qual è il valore minimo di α necessario perché la verifica sia soddisfatta? (punti -1/+4)
 1 0.86 2 0.73 3 0.61 4 0.50 5 0.39
- (20) Che valore assegni, di conseguenza, alla distanza e_1 di bulloni dal bordo? (punti 0/+3)
 1 50 mm 2 40 mm 3 35 mm 4 30 mm 5 25 mm
- (21) Che diametro assegni ai bulloni C? (punti -1/+4)
 1 M20 2 M18 3 M16 4 M14 5 M12

Ciascuna ala della trave è saldata al piatto (che poi verrà bullonato) mediante due cordoni d'angolo (uno è mostrato in figura) che hanno altezza di gola $a = 7$ mm.

- (22) Che lunghezza l deve avere il cordone di saldatura (immaginando che le estremità siano realizzate perfettamente)? (punti -1/+4)
 1 320 mm 2 270 mm 3 210 mm 4 160 mm 5 100 mm



Nella figura è mostrato un elemento metallico formato saldando quattro piatti (P1, 2 P2, P3). Il piatto P1 è collegato ad una colonna in acciaio mediante due bulloni (si vedono i fori nel piatto P1).

Devi progettare le saldature tra piatto P1 e piatto P2. La lunghezza l di ciascun cordone di saldatura, al netto di eventuali parti di estremità mal fatte è assegnata (vedi figura).

Indica innanzitutto le caratteristiche di sollecitazione portate da **ciascun cordone** di saldatura.

(23) Taglio V (punti -1/+3)

- 1 160 kN 2 80 kN 3 40 kN 4 20 kN 5 niente

(24) Momento flettente M (punti -1/+3)

- 1 40 kNm 2 20 kNm 3 10 kNm 4 5 kNm 5 niente

(25) Come determini l'altezza di gola necessaria (usa il dominio di resistenza sferico)? (punti 0/+5)

Riporta sinteticamente tutti i disegni e passaggi che possono essere utili per giudicare.

(26) Che valore usi per a (indica il minimo necessario) (punti -1/+3)

- 1 8 mm 2 7 mm 3 6 mm 4 5 mm 5 4 mm

(27) Devi poi progettare la bullonatura tra piatto P1 e colonna. Considera bulloni di classe 8.8 con filettatura solo all'estremità. Che bulloni usi? (punti 0/+3)

- 1 M24 2 M22 3 M20 4 M18 5 M16

(28) Con riferimento a un singolo bullone, indica quanto valgono le forze sollecitanti e resistenti? (in totale punti 0/+8, ovvero 0/+2 punti per ciascuna risposta esatta)

$F_{v,Ed} =$ _____ kN

$F_{t,Ed} =$ _____ kN

$F_{v,Rd} =$ _____ kN

$F_{t,Rd} =$ _____ kN

Per i quesiti riportati in questa pagina devi fare riferimento ad un'asta con sezione IPE 240 (qui a fianco indicata). Le sue caratteristiche sono:

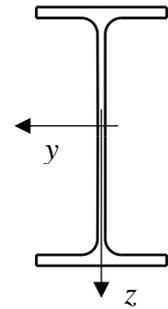
$$b = 120 \text{ mm}, h = 240 \text{ mm}, t_f = 9.8 \text{ mm}, t_w = 6.2 \text{ mm}, r = 15 \text{ mm}.$$

$$A = 3910 \text{ mm}^2, A_{v,z} = 1913 \text{ mm}^2.$$

$$I_y = 38920000 \text{ mm}^4, W_{el,y} = 324300 \text{ mm}^3, W_{pl,y} = 366600 \text{ mm}^3, i_y = 99.7 \text{ mm}.$$

$$I_z = 2836000 \text{ mm}^4, W_{el,z} = 47270 \text{ mm}^3, W_{pl,z} = 73920 \text{ mm}^3, i_z = 26.9 \text{ mm}.$$

Il profilo è di acciaio S235 ed è di classe 1. L'asta è lunga 3600 mm ed è vincolata con cerniere ad entrambe le estremità.



Nota: Per le domande di questa pagina, il valore esatto è uno tra quelli indicati. Se ci riesci, prova a stimarlo a occhio (o con calcoli rapidi) in modo da risparmiare tempo. Quindi se i tuoi calcoli danno un valore simile ad uno indicato seleziona quello.

Indica quanto valgono le resistenze del profilo.

- (1) Resistenza a trazione $N_{pl,Rd}$ (punti -1/+3)
 1 1412 kN 2 1154 kN 3 875 kN 4 467 kN 5 247 kN
- (2) Resistenza a flessione nel piano di maggior resistenza $M_{pl,Rd,y}$ (punti -1/+3)
 1 133.6 kNm 2 99.4 kNm 3 82.1 kNm 4 67.4 kNm 5 39.2 kNm
- (3) Resistenza a flessione nel piano di minor resistenza $M_{pl,Rd,z}$ (punti -1/+3)
 1 99.4 kNm 2 82.1 kNm 3 67.4 kNm 4 39.2 kNm 5 16.5 kNm

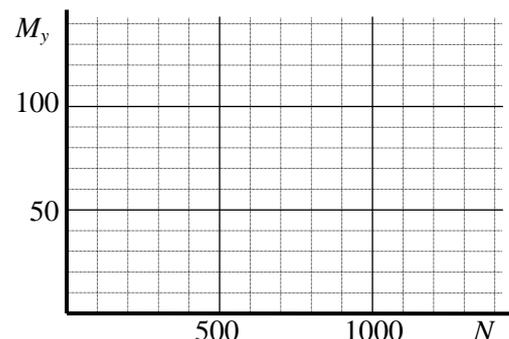
Se l'asta è compressa si instabilizzerà nel piano di maggiore snellezza. Indica quanto vale la snellezza adimensionalizzata e la resistenza a compressione.

- (4) Snellezza adimensionalizzata $\bar{\lambda}_z$ (punti -1/+3)
 1 1.439 2 1.089 3 0.735 4 0.521 5 0.388
- (5) Resistenza a compressione $N_{b,Rd} = N_{b,Rd,z}$ (punti -1/+3)
 1 837 kN 2 589 kN 3 320 kN 4 225 kN 5 118 kN

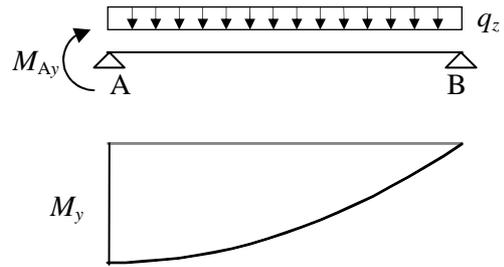
Immagina che l'asta, compressa, si possa instabilizzare solo nel piano di minore snellezza. Indica quanto vale in questo caso la snellezza adimensionalizzata e la resistenza a compressione.

- (6) Snellezza adimensionalizzata $\bar{\lambda}_y$ (punti -1/+3)
 1 1.089 2 0.735 3 0.521 4 0.388 5 0.244
- (7) Resistenza a compressione $N_{b,Rd,y}$ (punti -1/+3)
 1 837 kN 2 589 kN 3 320 kN 4 225 kN 5 118 kN

- (8) Coerentemente con i valori sopra calcolati e tenendo conto delle indicazioni di normativa, disegna qui a fianco (in scala) il dominio resistente a tensoflessione, con flessione nel piano di maggior resistenza (M_y). (punti 0/+4)



Fai ancora riferimento all'asta mostrata nel primo foglio, lunga 3.60 m. Immagina che sia soggetta a un carico $q_z = 40$ kN/m e ad una coppia $M_{Ay} = 259$ kNm, mentre all'altro estremo è $M_{By} = 0$.



Il diagramma del momento flettente è mostrato a fianco.

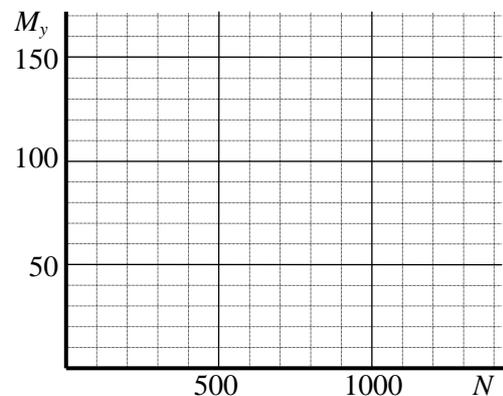
Considera l'asta soggetta a pressoflessione e tienine conto con il **metodo B** della normativa.

- (9) Quanto vale il coefficiente α_m che individua il momento equivalente per la verifica di stabilità a pressoflessione? (punti 0/+4)

Nota: Il valore esatto è uno tra quelli indicati e può essere stimato a occhio, facendo un confronto con casi semplici. Se il tuo "occhio" non basta a trovarlo ed effettui il calcolo e trovi un valore simile ma non identico ad uno indicato, seleziona quello più vicino.

- 1 1.00 2 0.80 3 0.60 4 0.40 5 0.20

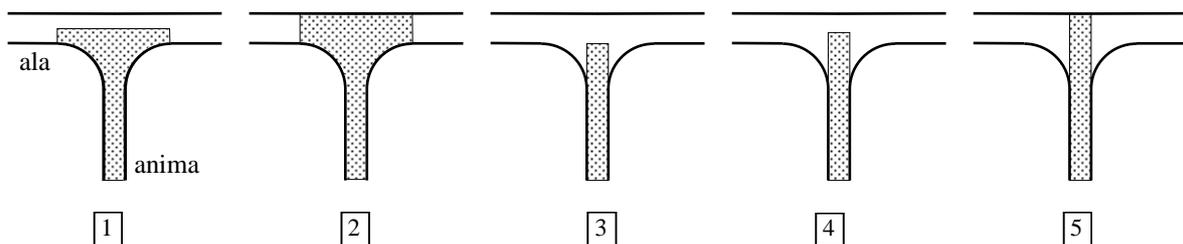
- (10) Disegna di nuovo il dominio resistente M_y-N senza instabilità (del quesito 8) e disegna, sovrapposto a quello, il dominio che ottieni tenendo conto dell'instabilità col valore di α_m trovato. Evidenzia sulla figura tutti i simboli che possono essere utili per farmi capire il criterio con cui hai tracciato il nuovo dominio. (punti 0/+6)



Nota: Il mio giudizio sarà basato sulla coerenza con i valori determinati nei quesiti da 1 a 9, anche se questi sono errati.

- (11) Nel calcolare l'area a taglio $A_{v,z}$, a quale area si fa riferimento? (punti -1/+4)

Nota: Indico solo la zona in cui l'anima si collega all'ala. Il retino indica l'area $A_{v,z}$.



Anche per i prossimi due quesiti fai riferimento alla sezione mostrata nel foglio precedente ed ai valori lì riportati.

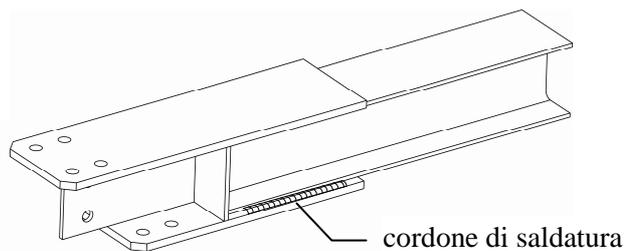
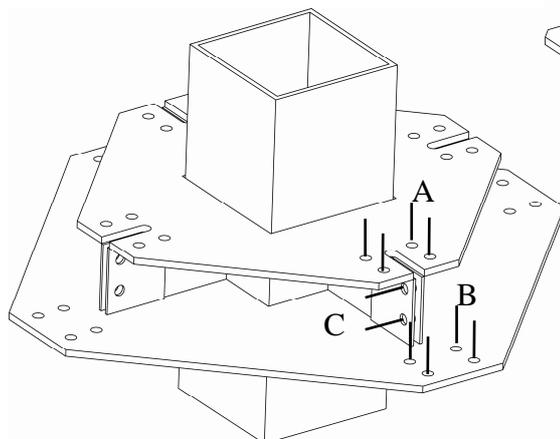
- (12) Quanto vale la resistenza a taglio per azioni applicate nella direzione verticale $V_{pl,Rd,z}$ (in assenza di momento flettente)? (punti -1/+4)

- 1 1412 kN 2 1154 kN 3 875 kN 4 467 kN 5 247 kN

- (13) Se la trave è soggetta a un taglio $V_{Ed,z} = 220$ kN e ad un momento flettente nel piano di maggior resistenza $M_{Ed,y}$, quanto vale la resistenza a flessione $M_{V,Rd,y}$? (punti -1/+4)

- 1 97.3 kNm 2 81.8 kNm 3 74.1 kNm 4 62.0 kNm 5 49.0 kNm

Nodo brevetto Carannante



Trave: IPE 240 – Acciaio S235
(vedi foglio 1 per i dati)

Piatti di spessore $t = 14$ mm
Acciaio S235

Bulloni di classe 8.8 filettati solo
all'estremità

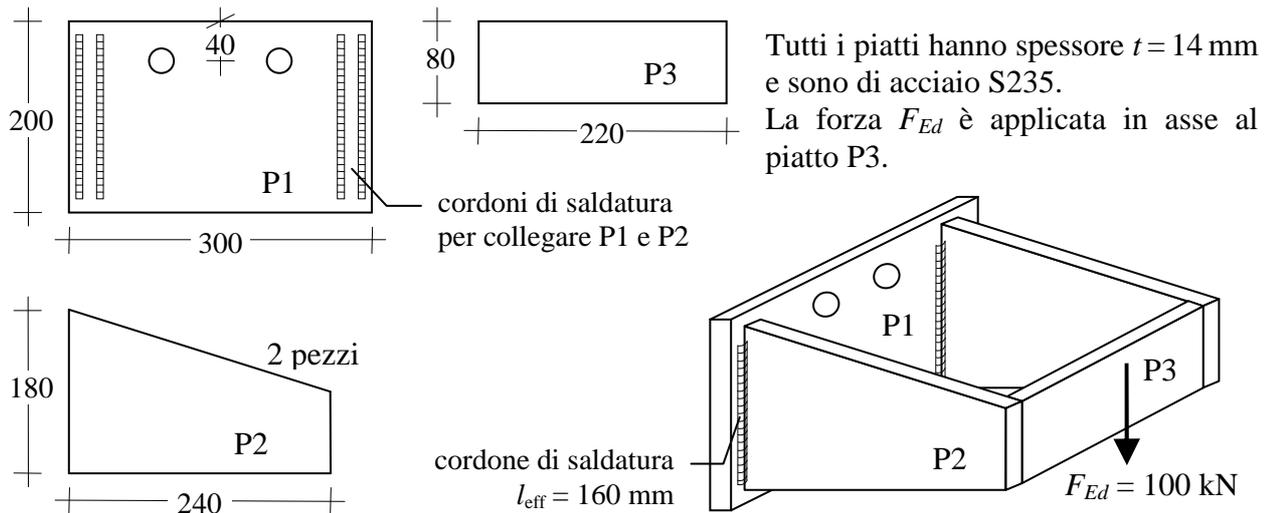
La figura mostra un collegamento brevettato tra trave e colonna. Alla trave vengono saldati dei piatti, che successivamente vengono bullonati al nodo (4 bulloni in posizione A, 4 in posizione B, 2 in posizione C). Si ipotizzi che i bulloni A e B portino il momento flettente, i bulloni C il taglio. Il collegamento deve essere progettato per trasmettere le caratteristiche di sollecitazione: $M_{Ed,y} = -112$ kNm, $V_{Ed,z} = 100$ kN.

Come lavorano i bulloni?

- (14) Bulloni A (punti -1/+2) 1 a trazione 2 a taglio 3 a compressione
- (15) Bulloni B (punti -1/+2) 1 a trazione 2 a taglio 3 a compressione
- (16) Bulloni C (punti -1/+2) 1 a trazione 2 a taglio 3 a compressione
- (17) Con riferimento ai bulloni A, qual è l'area totale (cioè complessiva per tutti le sezioni di tutti i bulloni) necessaria per portare il momento flettente $M_{Ed,y}$? (punti -1/+4)
 1 1458 mm² 2 1341 mm² 3 1215 mm² 4 914 mm² 5 733 mm²
- (18) Quali bulloni userai, di conseguenza? (punti 0/+3)
 1 M24 2 M22 3 M20 4 M18 5 M16
- (19) Nel verificare a rifollamento il piatto per la flessione puoi assumere $k=2.5$. Qual è il valore minimo di α necessario perché la verifica sia soddisfatta? (punti -1/+4)
 1 0.81 2 0.69 3 0.58 4 0.51 5 0.42
- (20) Che valore assegni, di conseguenza, alla distanza e_1 di bulloni dal bordo? (punti 0/+3)
 1 50 mm 2 40 mm 3 35 mm 4 30 mm 5 25 mm
- (21) Che diametro assegni ai bulloni C? (punti -1/+4)
 1 M20 2 M18 3 M16 4 M14 5 M12

Ciascuna ala della trave è saldata al piatto (che poi verrà bullonato) mediante due cordoni d'angolo (uno è mostrato in figura) che hanno altezza di gola $a = 5$ mm.

- (22) Che lunghezza l deve avere il cordone di saldatura (immaginando che le estremità siano realizzate perfettamente)? (punti -1/+4)
 1 460 mm 2 350 mm 3 290 mm 4 230 mm 5 170 mm



Nella figura è mostrato un elemento metallico formato saldando quattro piatti (P1, 2 P2, P3). Il piatto P1 è collegato ad una colonna in acciaio mediante due bulloni (si vedono i fori nel piatto P1).

Devi progettare le saldature tra piatto P1 e piatto P2. La lunghezza l di ciascun cordone di saldatura, al netto di eventuali parti di estremità mal fatte è assegnata (vedi figura).

Indica innanzitutto le caratteristiche di sollecitazione portate da **ciascun cordone** di saldatura.

(23) Taglio V (punti -1/+3)

- 1 100 kN 2 50 kN 3 25 kN 4 12.5 kN 5 niente

(24) Momento flettente M (punti -1/+3)

- 1 48 kNm 2 24 kNm 3 12 kNm 4 6 kNm 5 niente

(25) Come determini l'altezza di gola necessaria (usa il dominio di resistenza sferico)? (punti 0/+5)

Riporta sinteticamente tutti i disegni e passaggi che possono essere utili per giudicare.

(26) Che valore usi per a (indica il minimo necessario) (punti -1/+3)

- 1 8 mm 2 7 mm 3 6 mm 4 5 mm 5 4 mm

(27) Devi poi progettare la bullonatura tra piatto P1 e colonna. Considera bulloni di classe 8.8 con filettatura solo all'estremità. Che bulloni usi? (punti 0/+3)

- 1 M24 2 M22 3 M20 4 M18 5 M16

(28) Con riferimento a un singolo bullone, indica quanto valgono le forze sollecitanti e resistenti? (in totale punti 0/+8, ovvero 0/+2 punti per ciascuna risposta esatta)

$F_{v,Ed} =$ _____ kN

$F_{t,Ed} =$ _____ kN

$F_{v,Rd} =$ _____ kN

$F_{t,Rd} =$ _____ kN